

Anordnung mit einem Kontaktelement

Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit einer Leiterplatte, welche mit mindestens einer Leiterbahn und einem Kontaktelement zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen einem elektrischen Leiter und einer vorgegebenen Leiterbahn auf dieser Leiterplatte versehen ist.

Bei verschiedenen Anwendungen, z. B. in der Kraftfahrzeugtechnik, auf einem Schiff oder in der Luftfahrt ist es erforderlich, eine vorgegebene Leiterbahn, welche sich auf einer Leiterplatte befindet, mit einem von außen kommenden elektrischen Leiter mechanisch und elektrisch sicher zu verbinden. Dieser elektrische Leiter kann z. B. zur Stromversorgung dienen, und in diesem Fall darf im Betrieb des Fahrzeugs keine Unterbrechung der Stromversorgung auftreten.

Diese Verbindung kann auch zur Verbindung mit dem Elektromotor einer sicherheitsrelevanten Applikation dienen, z. B. mit einem Motor, der von der Leiterplatte aus gesteuert wird. Das kann z. B. eine Applikation sein, bei der eine Bewegung elektrisch gesteuert wird (x-by-wire). Auch hier wird eine zuverlässige Verbindung während der ganzen Lebensdauer des Kraftfahrzeugs, Flugzeugs, Schiffs oder dgl. gefordert.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass solche elektrischen Verbindungen möglichst automationsgerecht ausgeführt werden müssen, damit ihre Herstellung / Montage preiswert möglich ist.

Es ist deshalb eine Aufgabe der Erfindung, eine neue Anordnung der eingangs genannten Art bereit zu stellen.

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch den Gegenstand des Anspruchs 1.

Durch die Erfindung erhält man zwischen Leiterplatte und Kontaktelement eine zuverlässige mechanische und elektrische Verbindung, da die Beinchen in die Ausnehmungen der

Leiterplatte eingepresst werden (Einpresstechnik). Diese Ausnehmungen sind über ihre Metallisierung elektrisch mit den Leiterbahnen der Leiterplatte und der dort befindlichen Schaltung verbunden, und sie sind durch das Einpressen elektrisch und mechanisch mit den Beinchen des Kontaktelements verbunden. Letzteres ermöglicht seinerseits eine zuverlässige Verbindung mit dem von außen kommenden elektrischen Leiter.

Das Kontaktelement ist also schon durch die Einpresstechnik elektrisch mit der vorgegebenen Leiterbahn verbunden, und zusätzlich erhält man eine flächige Lötstelle zwischen ihm und der Leiterbahn. Im sog. Reflow-Verfahren wird also eine Lötverbindung zwischen dem Kontaktelement und der Leiterbahn hergestellt, d. h. bei der Erwärmung der Leiterplatte im Reflow-Ofen kann das Lot an alle gewünschten Stellen gelangen. Diese Lötverbindungen bilden auch, zusätzlich zu der durch die Einpresstechnik entstandenen mechanischen und elektrischen Verbindung, eine sichere elektrische Verbindung und unterstützen die durch das Einpressen entstandene mechanische Verbindung. Trotz kostenoptimaler Prozesse erhält man so eine hohe funktionale Sicherheit der Verbindung zwischen Kontaktelement und Leiterplatte / Leiterbahn, und zwar elektrisch und mechanisch.

Bei der Erfindung steht also die Überlegung im Vordergrund, eine Verbindung zu schaffen, die sehr sicher und zuverlässig ist und deshalb eine gewisse Redundanz aufweist.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen und in der Zeichnung dargestellten, in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung zu verstehenden Ausführungsbeispielen, sowie aus den übrigen Unteransprüchen. Es zeigt:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Leiterplatte, auf der sich eine Leiterbahn befindet, und die mit Bohrungen nach einem vorgegebenen Muster versehen ist,

Fig. 2 eine Draufsicht analog Fig. 1, bei der auf der Leiterplatte 20 ein Kontaktelement nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung befestigt und mit der Leiterbahn elektrisch verbunden ist,

Fig. 3 einen Schnitt, gesehen längs der Linie III-III der Fig. 2,

Fig. 4 einen Schnitt, gesehen längs der Linie IV-IV der Fig. 2

Fig. 5 eine bevorzugte Variante zu Fig. 3,

Fig. 6 eine raumbildliche Darstellung eines vereinfachten Kontaktelements nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

Fig. 7 eine Darstellung einer Leiterplatte mit dem Kontaktelement der Fig. 6.

Fig. 1 zeigt eine Leiterplatte 20, auf der sich eine Leiterbahn 22 befindet, die gewöhnlich aus verzinnem Kupfer besteht. Oberhalb der Leiterbahn 22 sind in Fig. 1 drei Bohrungen 24, 26, 28 vorgesehen, und unterhalb von ihr zwei Bohrungen 30, 32.

Gemäß **Fig. 2** werden in diese fünf Bohrungen 24 bis 32 die fünf Beinchen 34, 36, 38, 40, 42 eines Kontaktelements 44 eingepresst. Durch das Einpressen wird das Kontaktelement 44 in der gewünschten Lage an der Leiterplatte 20 festgehalten. Das Kontaktelement 44 besteht gewöhnlich aus einer Kupferlegierung, oder aus Kupfer, Messing oder dgl. Die Leiterbahn 22 ist weitgehend an die Form des Kontaktelements 44 angepasst, um eine großflächige Verlötung zu ermöglichen.

Wie man aus **Fig. 4** klar erkennt, haben die Beinchen 34, 36, 38 bevorzugt eine identische Form. Z. B. hat das Beinchen 38 ein freies Ende 37, und es hat im Bereich dieses freien Endes 37 eine reduzierte Breite 39, so dass es damit beim Bestücken der Leiterplatte 20 leicht in die Öffnung 28 eingeführt und eingepresst werden kann. In seinem in Fig. 4 oberen Teil hat das Beinchen 38 eine Breite 41, die so bemessen ist, dass es in die Öffnung 28 eingepresst werden muss, d. h. seine Breite 41 übersteigt den Durchmesser D (Fig. 1) der Bohrung 28, so dass man bei der Montage einen Presssitz erhält, der eine gute mechanische Verbindung ergibt. Die Bohrungen 24 bis 32 sind zumindest an einem Ende metallisiert, z. B. mit Kupfer, um eine gute Einpressverbindung und damit eine gute mechanische und zudem elektrisch leitende Verbindung zu erhalten.

Wie sich aus Fig. 2 bis 4 ergibt, kann das Kontaktelement 44 an seiner in Fig. 2 oberen Seite drei Beinchen 34, 36, 38 und an seiner unteren Seite zwei Beinchen 40, 42 aufweisen. Alle Beinchen sind elektrisch und mechanisch mit einem Basisteil 46 verbunden, dass in Fig. 2 wie ein invertiertes U aussieht und zwei Schenkel 48, 50 und eine Basis 52 aufweist, welche

diese Schenkel verbindet. Es können aber auch nur ein oder zwei Beinchen sein.

Zwischen den Schenkeln 48, 50 ist eine Federzunge 54 herausgestanzt, die an ihrem in Fig. 2 oberen Ende einstückig mit der Basis 52 ausgebildet ist. Die Federzunge 54 hat an ihrem in Fig. 3 linken Teil einen Abschnitt 56, an dem sie stark ansteigt und der in einen langsam abfallenden Abschnitt 58 übergeht, welcher zu einer Kontaktstelle 60 führt und von dort bei 62 langsam wieder ansteigt, so dass sich in Fig. 3 rechts eine Einführöffnung 64 bildet, in die ein strichpunktirt angedeutetes Blechteil 66 eingeführt werden kann, z. B. zur elektrischen Verbindung mit einem (nicht dargestellten) Motor, der von der Leiterplatte 20 aus gesteuert werden soll, oder zur Verbindung mit einem Netzteil oder mit einem beliebigen Gerät.

Das Basisteil 46 hat links und rechts je eine hoch gebogenen Wange 70 bzw. 72. Die Wange 70 ist am Schenkel 48 ausgebildet, die Wange 72 am Schenkel 50. Diese Wangen 70, 72 dienen als seitliche Führungsglieder für das Blechteil 66 bei dessen Montage.

Montage

Vor dem Einpressen des Kontaktelements 44 wird die Leiterplatte 20 an den erforderlichen Stellen mit Lötpaste bedruckt. Anschließend wird das Kontaktelement 44 in die Leiterplatte 20 eingepresst, wobei ein Teil der Lötpaste in Ausnehmungen 49 des Kontaktelements 44 gelangt und in diesen Ausnehmungen gespeichert wird.

Nach dem Einpressen werden die elektronischen Bauteile (SMD-Bauteile) in der üblichen Weise auf die zuvor aufgedruckte Lötpaste bestückt, und nachdem dies geschehen ist, wird die Leiterplatte durch einen Reflow-Ofen transportiert, wo die Lötung aller Bauteile stattfindet.

Bei der Erfindung ist also nur ein einziger Zwischenschritt notwendig, nämlich das Einpressen des Kontaktelements 44. Alle anderen Prozesse müssen auch für die SMD-Bauteile durchgeführt werden, d. h. für die Montage des Kontaktelements 44 entstehen nur ganz geringe Mehrkosten.

Bei Fig. 1 ist darauf hinzuweisen, dass die Leiterbahn 22 an die Form des Kontaktelements 44 angepasst ist, wie sich das aus einem Vergleich der Fig. 1 und 2 direkt ergibt. Damit wird eine großflächige Verlötung erreicht.

Um zu verhindern, dass beim Einpressen des Kontaktelements 44 die zuvor aufgebraachte Lötpaste komplett seitlich weggepresst wird, sind im Basisteil 46 durchgehende Ausnehmungen 49 vorgesehen, in welche bei diesem Einpressvorgang die Lötpaste teilweise gepresst wird, so dass beim Löten im Reflow-Ofen genügend Lötpaste zur Verfügung steht, um eine ordnungsgemäße Lötverbindung zu erhalten. Diese Ausnehmungen 49 dienen also als Reservoir für die Lötpaste.

Das Kontaktelement 44 wird, nachdem seine Beinchen 34 bis 42 in die Bohrungen 24 bis 32 der Leiterplatte 20 eingepresst wurden, im Reflow-Ofen in der üblichen Weise verlötet. Dabei fließt Lötzinn 74 in die Öffnungen 24 bis 32 und fließt durch Kapillarwirkung auch unter das Basisteil 46, wodurch dieses mit der Leiterbahn 22 großflächig verlötet wird. Dadurch wird eine zusätzliche mechanische Verbindung mit der Leiterplatte 20 hergestellt. Ebenso wird die Verbindungsanordnung 44 mit der Leiterbahn 22 elektrisch sicher verbunden.

Das Blechteil 66 für den elektrischen Anschluss kann z. B. eine Breite von 0,8 cm haben. Bevorzugt hat es eine Ausnehmung, in die bei der Montage eine an der Federzunge 54 vorgesehene Warze oder dgl. einrastet, um eine sichere mechanische Verrastung zwischen Federzunge 54 und Blechteil 66 zu ermöglichen, was auch bei der Montage nützlich ist.

Nach dem Einschieben wird das Blechteil 66 an zwei seitlichen Bereichen, z.B. an den Stellen 76, 78, durch Schweißen mittels eines Lasers berührungslos fest geschweißt (sog. Laserpunkten). Dies ermöglicht eine Herstellung der Schweißverbindung an einer bereits bestückten Leiterplatte 20, ohne dass hierbei deren elektrische Bauelemente durch Fremdspannungen beschädigt oder zerstört werden können. Durch das Schweißen erhält man eine materialschlüssige Verbindung vom Kontaktelement 44 zum Blechteil 66, also eine sehr sichere und zuverlässige elektrische und zugleich mechanische Verbindung.

Fig. 5 zeigt eine Variante zu Fig. 3. Gleiche oder gleich wirkende Teile wie in Fig. 3 werden deshalb mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

Nachteilig bei Fig. 3 kann sein, dass bei der Montage des Kontaktelements 44 ein Spalt zwischen diesem und der Leiterplatte 20 entsteht, welcher die Ausbildung einer sicheren Lötverbindung behindern könnte. Der Grund ist der, dass die Beinchen 34 bis 42 im rechten

Winkel nach unten abgebogen sind, wobei unvermeidlich ein Biegeradius entsteht, welcher beim Einpressen den beschriebenen Spalt verursachen kann.

Die Variante nach Fig. 5 ermöglicht eine satte Auflage des Kontaktelements 44 auf der Leiterplatte 20. Bei dieser Variante werden die Beinchen zuerst hochgebogen und dann um 180° umgebogen. Dies ist am Beispiel der Beinchen 34' und 40' dargestellt. Das Beinchen 34' ist an der Stelle 57 in Richtung nach oben umgebogen, macht dann bei 59 eine Biegung um 180°, wobei der Radius dieser Biegung ggf. sehr klein gewählt werden kann, und geht von dort bei 61 senkrecht nach unten. Dieselbe Formgebung, aber spiegelbildlich findet sich beim Beinchen 40'.

Durch diese Gestaltung kann das Basisteil 46 (Schenkel 48, 50 und Basis 52) satt auf der Leiterplatte aufliegen, so dass sich im Reflow-Ofen eine ausgezeichnete Lötverbindung ergibt, weil das Lot den gesamten Zwischenraum zwischen dem Kontaktelement 44 und der Leiterbahn 22 sicher ausfüllt. Hierbei sind die Ausnehmungen 49, welche bei Fig. 2 beschrieben wurden, sehr vorteilhaft und werden deshalb in gleicher Weise bei der Variante gemäß Fig. 5 verwendet.

Fig. 6 zeigt etwa im Maßstab 10:1 eine raumbildliche Darstellung eines Kontaktelements 80, das ähnlich aufgebaut ist wie das Kontaktelement 44 der Fig. 1 bis 5, aber nur vier Beinchen hat. Es hat ein Basisteil 82 mit zwei Längsschenkeln 84, 86, die auf einer Seite durch eine Basis 87 verbunden sind. Vom Schenkel 84 sind zwei Beinchen 88, 90 abgebogen und vom Schenkel 86 zwei Beinchen 92, 94.

Zwischen den Schenkeln 84, 86 ist eine federnde Kontaktzunge 96 herausgestanzt und in der dargestellten Weise geformt, um das Einführen eines elektrischen Leiters, z. B. eines flachen Metallteils, zu ermöglichen und um dieses flache Metallteil in der eingeführten Stellung sicher festzuhalten.

Fig. 7 zeigt die Befestigung eines als externer elektrischer Leiter dienenden Blechstreifens 66 am Kontaktelement 80. Letzteres ist auf einer Leiterplatte 20 in der zuvor beschriebenen Weise befestigt, wobei die Leiterbahn 22 (vgl. Fig. 1) hier zur Vereinfachung nicht dargestellt ist.

Wie man sieht, ist das Kontaktelement 80 mit seinen vier Beinchen 88, 90, 92, 94 in

entsprechenden Ausnehmungen der Leiterplatte festgelötet. Das Blechteil 66 ist zwischen das Basisteil 82 und die federnde Zunge 96 eingeschoben. Letztere hat auf ihrer dem Blechteil 66 zugewandten Seite eine Warze 97, deren hohle Oberseite in Fig. 7 sichtbar ist. Das Blechteil 66 hat eine entsprechende (nicht dargestellte) Ausnehmung, und wenn es richtig eingeführt wird, rastet die Warze 97 in dieser Ausnehmung ein und hält dadurch das Blechteil 66 unverlierbar fest.

Anschließend wird das Blechteil 66 in seinem in Fig. 7 mit 100 bezeichneten Bereich durch Laser-Punktschweißen mit dem Basisteil 82 verschweißt. Dasselbe geschieht bevorzugt auch auf der in Fig. 7 nicht sichtbaren, gegenüberliegenden Seite. Auf diese Weise erhält man eine äußerst zuverlässige elektrische und mechanische Verbindung, die problemlos automatisiert hergestellt werden kann.

Die Befestigung auf einer Leiterplatte 20 erfolgt in der gleichen Weise, wie das bei Fig. 1 bis 5 für das erste Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, d. h. mittels eines Presssitzes in Bohrungen der Leiterplatte, wie in Fig. 7 dargestellt, und zusätzlich durch entsprechende Lötverbindungen. Die Beinchen 88, 90, 92, 94 können zu diesem Zweck an ihren freien Enden eine etwas reduzierte Breite haben, um die Montage in den Löchern der Leiterplatte zu vereinfachen.

Die Verbindung von einer Leiterbahn der Leiterplatte zu einem externen elektrischen Leiter hat zwei Komponenten:

- a) Die Verbindung von der Leiterbahn zum Kontaktelement.
- b) Die Verbindung vom Kontaktelement zum externen Leiter.

Die Verbindungskomponente a) bezieht ihre Sicherheit durch die Kombination eines Einpressvorgangs, der vorwiegend eine mechanische, aber auch eine elektrische Verbindung bewirkt, mit einem Lötvorgang, bei dem die niederohmige elektrische Verbindung im Vordergrund steht, aber auch eine mechanische Verbindung erzeugt wird.

Die Verbindungskomponente b) bezieht ihre Sicherheit durch das Verschweißen des flachen Leiters mit dem Kontaktelement, wobei das Einrasten des Leiters, und die Federkraft an der Kontaktzunge, eine zusätzliche Redundanz bewirken und die Montage erleichtern.

Durch die Erfindung erhält man eine elektrische Verbindung von großer Sicherheit, die es

ermöglicht, die Leiterbahn einer Leiterplatte sicher und zuverlässig mit einem externen Bauteil zu verbinden, in welchem hohe Ströme fließen, z. B. mit einem Elektromotor. Diese sichere und zuverlässige Verbindung wird ermöglicht durch eine Einpressverbindung zwischen Leiterplatte und Kontaktelement sowie durch eine Lötverbindung mit der Leiterbahn 22, und durch die berührungslos hergestellten Schweißverbindungen 76, 78, wie sie bei Fig. 2 beschrieben wurden. Dabei ist die Montage äußerst einfach und kann problemlos automatisiert werden, was auch durch das Einrasten zwischen Blechteil 66 und Federzunge 54 erleichtert wird.

Naturgemäß sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung vielfache Abwandlungen und Modifikationen möglich.